

# Praktická výučba nukleárnej medicíny

Modul 2, časť 1

Diagnostické a terapeutické metódy nukleárnej medicíny  
pri ochoreniach štítnej žľazy



# Metódy nukleárnej medicíny v endokrinológii

## Štítna žľaza

- Scintigrafia štítnej žľazy
- Scintigrafické sledovanie karcinómu štítnej žľazy
- Liečba tyreotoxikózy a karcinómu štítnej žľazy rádiojódom

## **Prištítne telieska**

- Scintigrafia prištítnych teliesok

## **Neuroendokrinné nádory**

- Funkčné zobrazenie neuroendokrinných nádorov
- Metabolická liečba neuroendokrinných nádorov

# Scintigrafia štítnej žľazy

- Historicky: scintigrafia bola prvou zobrazovacou metódou štítnej žľazy
- V porovnaní s ostatnými dostupnými zobrazovacími metódami štítnej žľazy už v súčasnosti neposkytuje najlepšie rozlíšenie
- Ale stále je vďaka jej kombinovanému morfológickému a funkčnému princípu neoddeliteľnou súčasťou hodnotenia tyreopatií
- Scintigrafia štítnej žľazy je v súčasnom diagnostickom algoritme tyreopatií indikovaná vždy až ako druholíniové vyšetrenie po ultrasonografickom vyšetrení

## 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer

The American Thyroid Association Guidelines Task Force  
on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer

Bryan R. Haugen,<sup>1,\*</sup> Erik K. Alexander,<sup>2</sup> Keith C. Bible,<sup>3</sup> Gerard M. Doherty,<sup>4</sup> Susan J. Mandel,<sup>5</sup> Yuri E. Nikiforov,<sup>6</sup> Furio Pacini,<sup>7</sup> Gregory W. Randolph,<sup>8</sup> Anna M. Sawka,<sup>9</sup> Martin Schlumberger,<sup>10</sup> Kathryn G. Schuff,<sup>11</sup> Steven I. Sherman,<sup>12</sup> Julie Ann Sosa,<sup>13</sup> David L. Steward,<sup>14</sup> R. Michael Tuttle,<sup>15</sup> and Leonard Wartofsky<sup>16</sup>

### ■ RECOMMENDATION 2

(A) Serum thyrotropin (TSH) should be measured during the initial evaluation of a patient with a thyroid nodule.

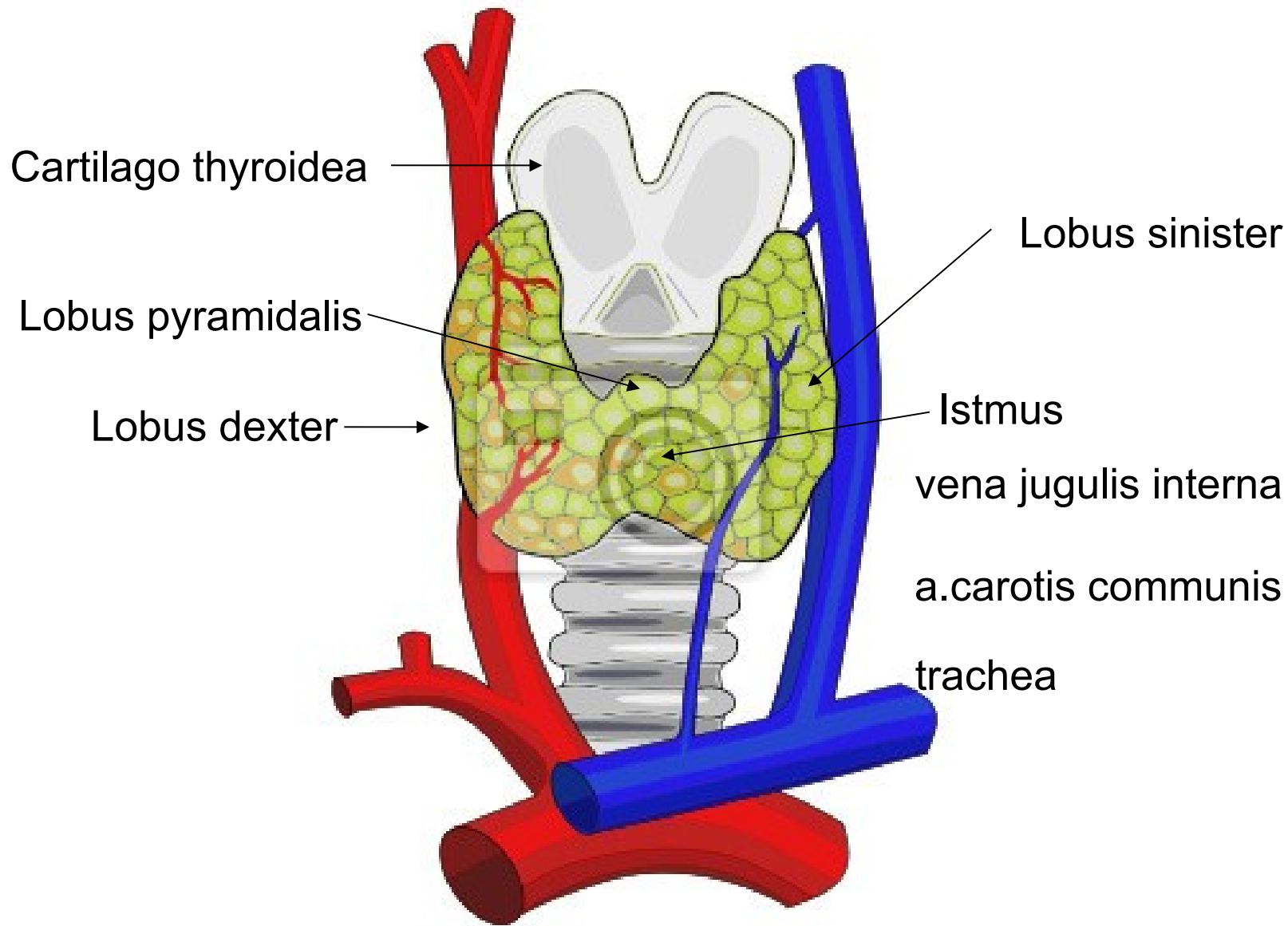
**(Strong recommendation, Moderate-quality evidence)**

(B) If the serum TSH is subnormal, a radionuclide (preferably <sup>123</sup>I) thyroid scan should be performed. **(Strong recommendation, Moderate-quality evidence)**

(C) If the serum TSH is normal or elevated, a radionuclide scan should not be performed as the initial imaging evaluation.

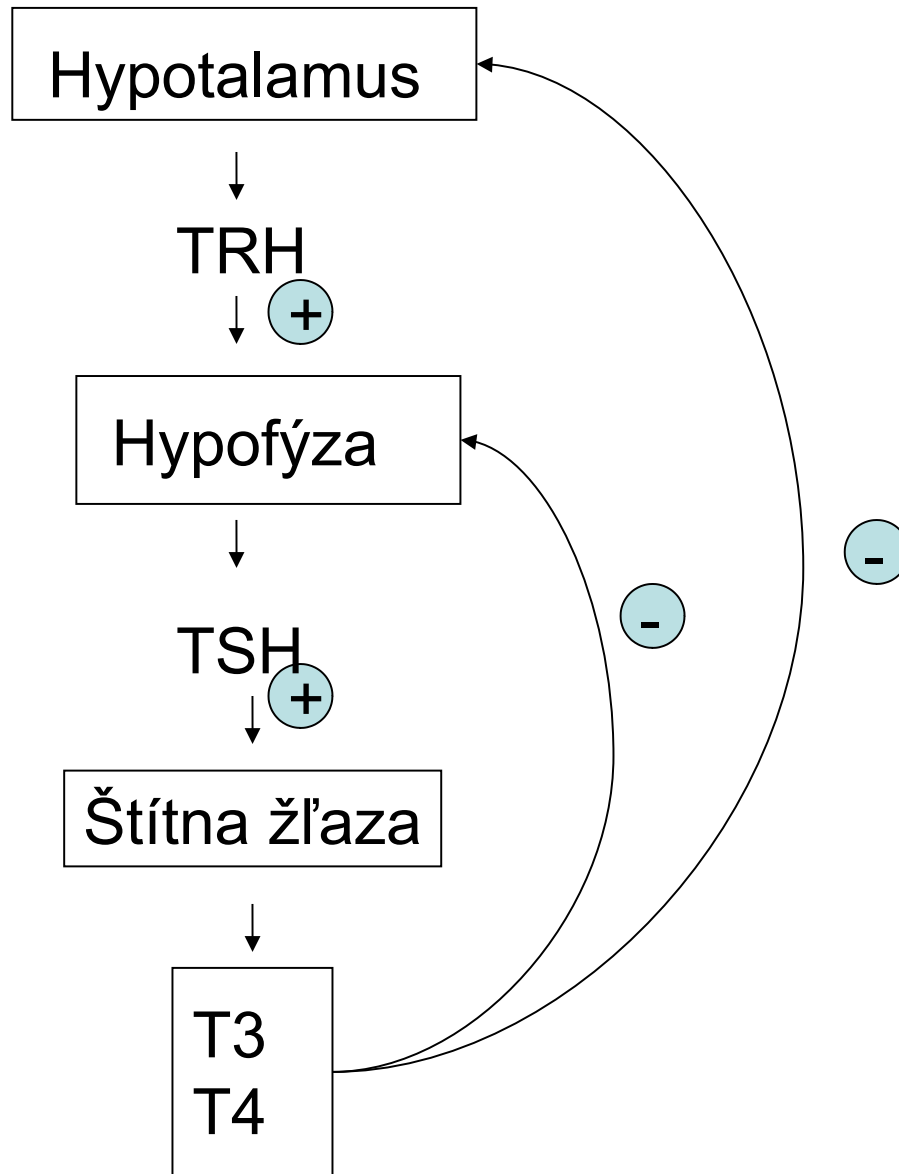
**(Strong recommendation, Moderate-quality evidence)**

# Anatómia štítnej žľazy

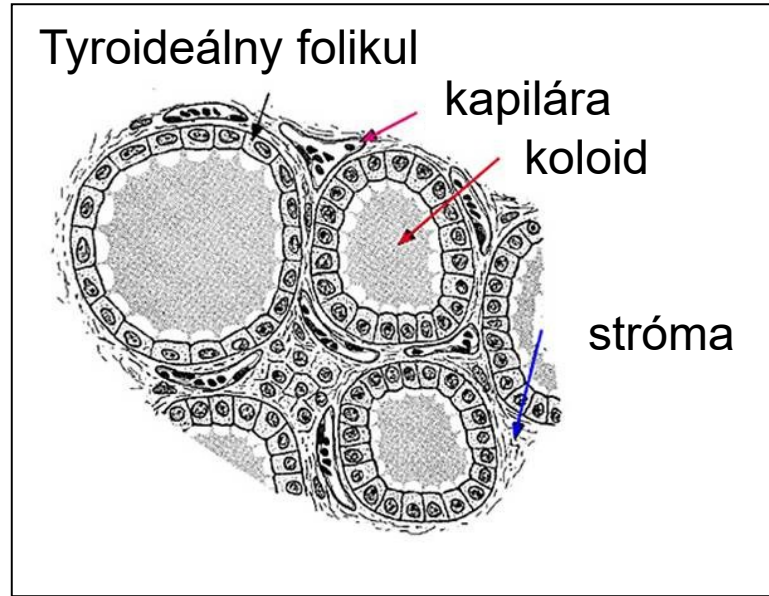


Zvyčajné parametre štítnej žľazy: výška oboch lalokov cca 6cm, Hrúbka : 2,5-3 cm, Isthmus - šírka 1 cm, výška : 1,5 cm, Hmotnosť : cca 20 g

# Regulácia syntézy hormónov štítnej žľazy

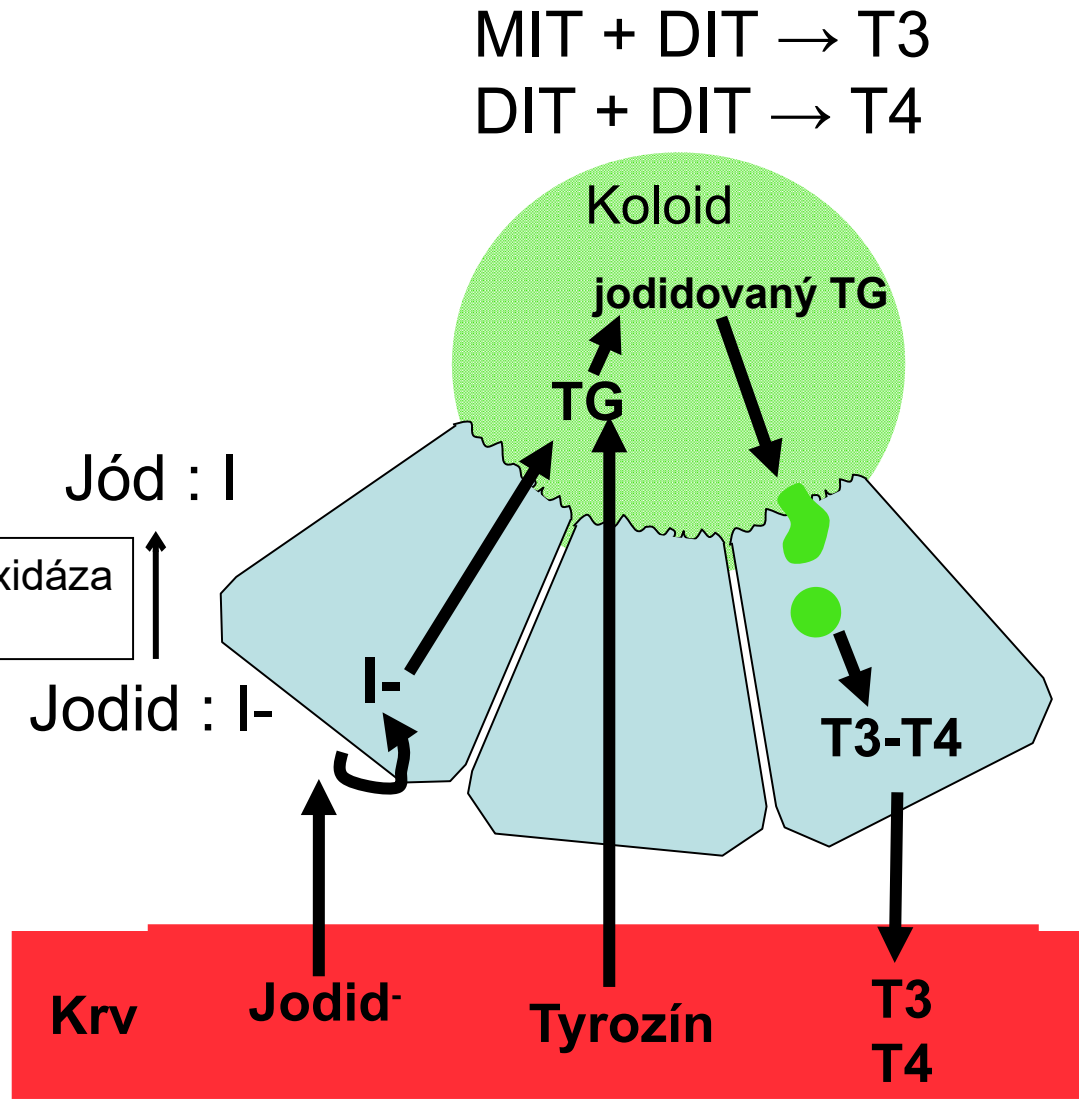


# Biosyntéza hormónov štítnej žľazy



Tyrodálna peroxidáza  
(TPO)

TG=tyreoglobulín  
MIT=monojódtyronín  
DIT=dijódtyronín



# Scintigrafia štítnej žľazy

## Rádiofarmaká na scintigrafiu štítnej žľazy

- $^{123}\text{I}$
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$
- $^{131}\text{I}$  je používaný na scintigrafiu štítnej žľazy (a celotelové funkčné zobrazenie) len v rámci pátrania po lokoregionálnom a vzdialenom metastatickom rozseve diferencovaného karcinómu štítnej žľazy. Inak je používaný len na terapeutické účely.



# Rádiofarmaká na scintigrafiu štítnej žľazy

## Jód 123 ( $^{123}\text{I}$ )

- Referenčné rádiofarmakum pre scintigrafiu štítnej žľazy
- Je akumulovaný a organifikovaný v tyreocytoch
- $\gamma$  žiarič, energia fotónov  $\gamma$  159 keV, T1/2 13 hodín
- Perorálna alebo intravenózna aplikácia aktivity 0,1 MBq/kg hmotnosti, snímanie 3 hodiny po aplikácii

## Technécium-99m ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) vo forme pertechnetátu ( $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ )

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$  je menej nákladné ako  $^{123}\text{I}$
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$  disponibilné z  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  generátora
- Snímanie možné 20 minút po intravenóznej aplikácii aktivity 0,5 MBq/kg
- **ALE:** funkčné zobrazenie štítnej žľazy pomocou  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  je menej špecifické ako pomocou  $^{123}\text{I}$ , lebo  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  je tyreocytmi len akumulované, ale nie organifikované
- $\gamma$  žiarič, energia fotónov  $\gamma$  140 keV, T1/2 6 hodín

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

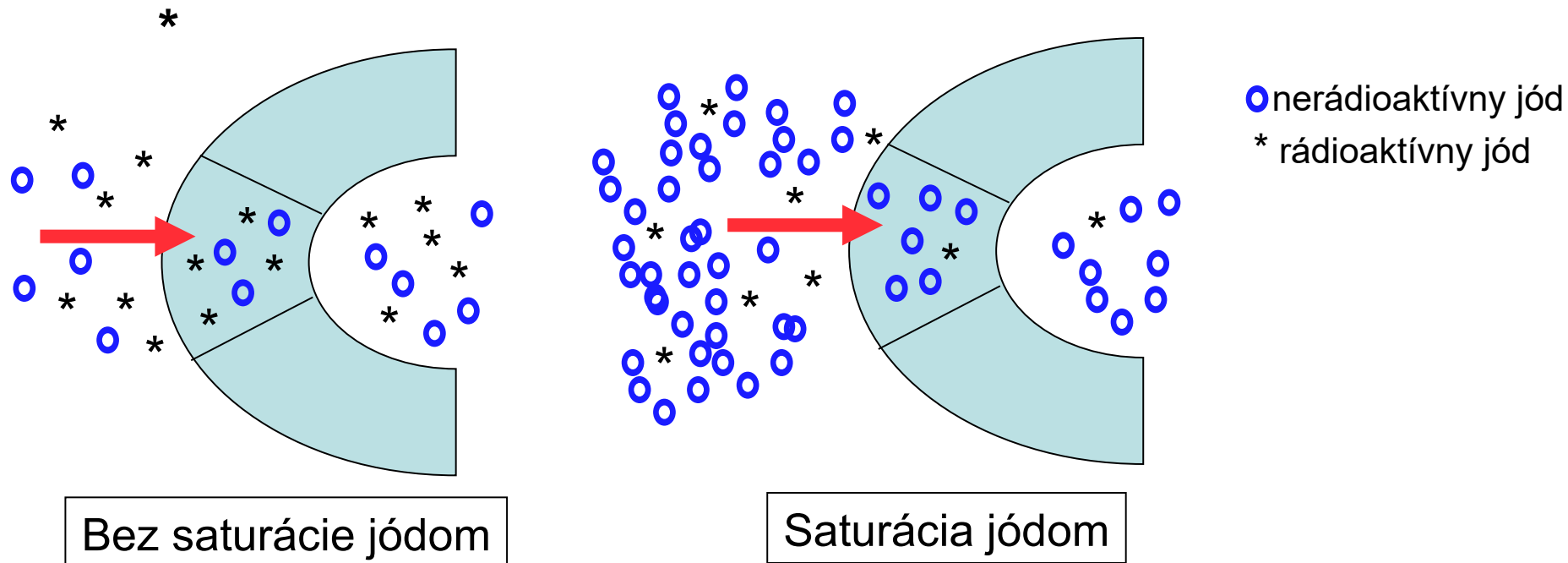
### Pre $^{123}\text{I}$ aj $^{99\text{m}}\text{Tc}$ :

- Snímanie pomocou pin-hole kolimátora, ak nejde o strumu extrémnych rozmerov, celá štítna žľaza sa nachádza v jeho zornom poli
- Predná projekcia môže byť doplnená o ľavú resp. pravú prednú šikmú projekciu, výnimočne aj SPECT
- Počas snímania pacient leží na rovnej podložke so zaklonenou hlavou tak, aby bola oblasť štítnej žľazy, jugulárnej jamky a všetkých palpovateľných tyroidálnych lézií v zornom poli kolimátora a aby bolo možné snímanie z čo najmenej vzdialenosti.
- Jugulárna jamka a palpovateľvé lézie sú vyznačené pomocou rádioaktívneho značkovača. Snímanie trvá v závislosti od počtu projekcií do 15 minút.

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

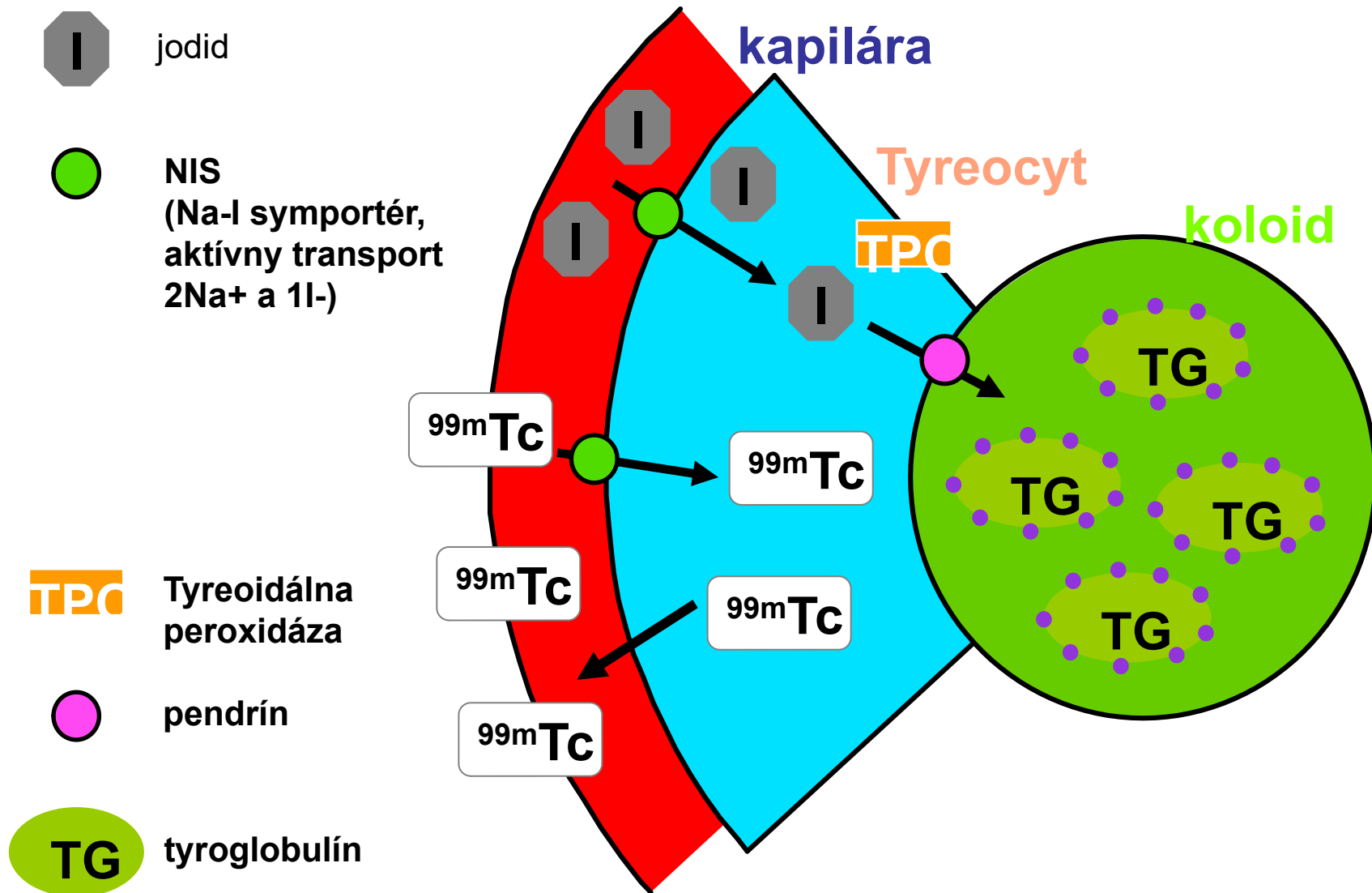
## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

- Kontraindikáciou na realizáciu scintigrafie štítnej žľazy je gravidita a laktácia
  - Relatívnou kontraindikáciou je známa iatrogénna saturácia jódom (antiarytmikum amiodaron, kontrastné látky s obsahom jódu, iné lieky s obsahom jódu, ...)
- saturácia jódom spôsobuje nízku akumuláciu podaného jódu štítnou žľazou a významnú aktivitu pozadia, ktoré vedú k zle kontrastnému, neraz až nehodnotiteľnému nálezu.



# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$



# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

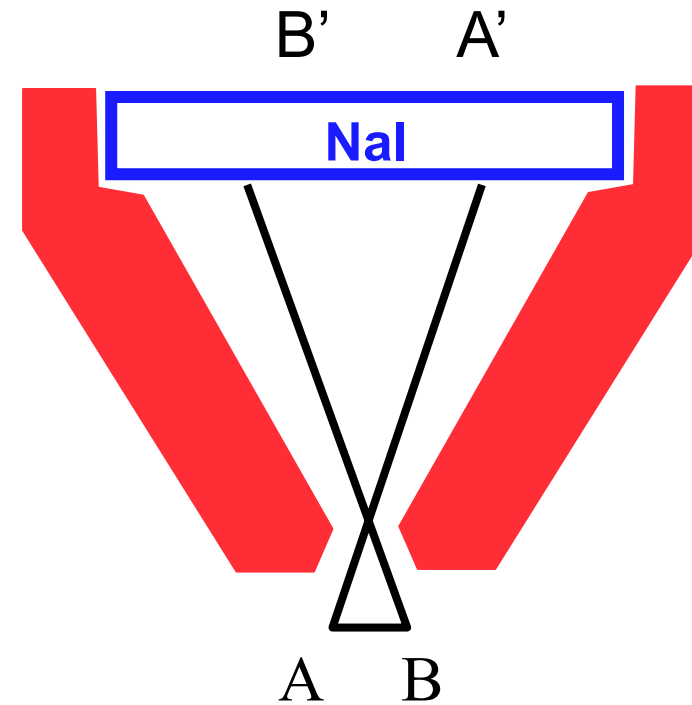
- Alergia na jód nie je z dôvodu nízkej aplikovanej masy kontraindikáciou na scintigrafiu štítnej žľazy s  $^{123}\text{I}$
- Tyreosubstitučná liečba / liečba tyreostatikami redukuje kvalitu scintigrafického zobrazenia supresiou hypofýzovej stimulácie štítnej žľazy a redukciou organifikácie jódu
- Tyreosubstitučnú liečbu / liečbu tyreostatikami vysadiť minimálne 2 týždne pred scintigrafiou štítnej žľazy
- Fyziologická akumulácia jódu a technécia štítnou žľazou, slinnými žľazami a sliznicou žalúdka:

Tyreocyt	Slinné žľazy Sliznica žalúdka
- Aktívny transport jodidu - závislý od TSH - stabilný	- Aktívny transport jodidu/Tc - nezávislý od TSH - variabilný, podľa príjmu jódu

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

### Pin hole kolimátor



**Zväčšený a prevrátený  
obraz**

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

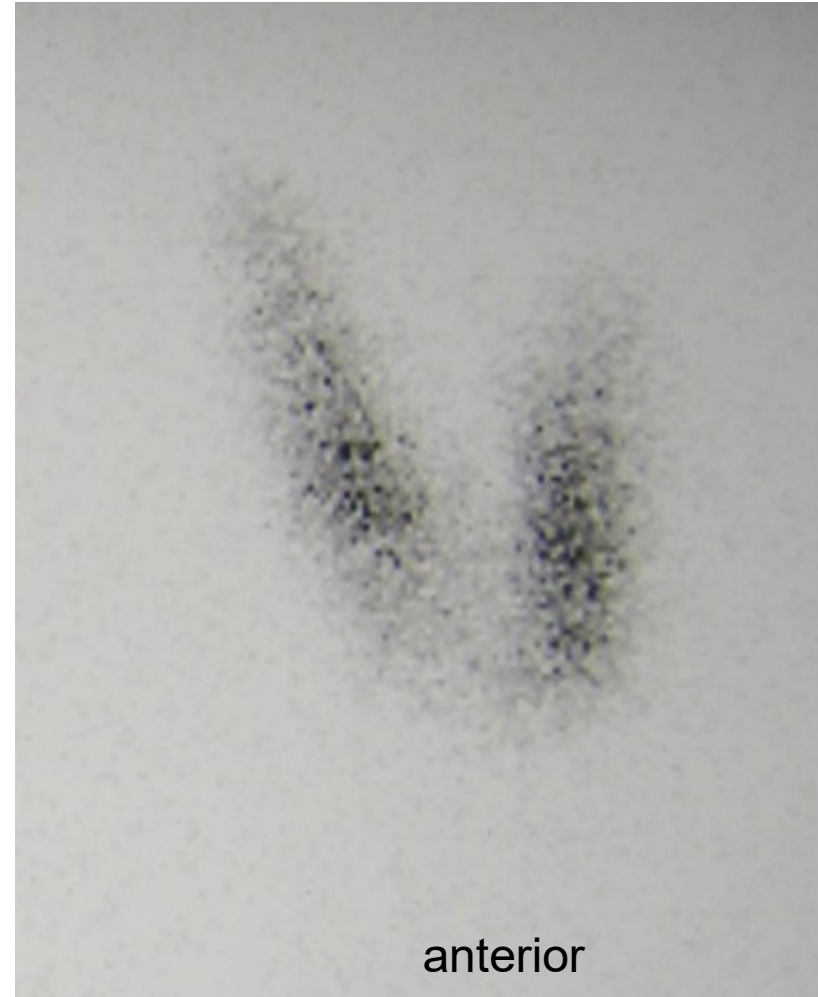
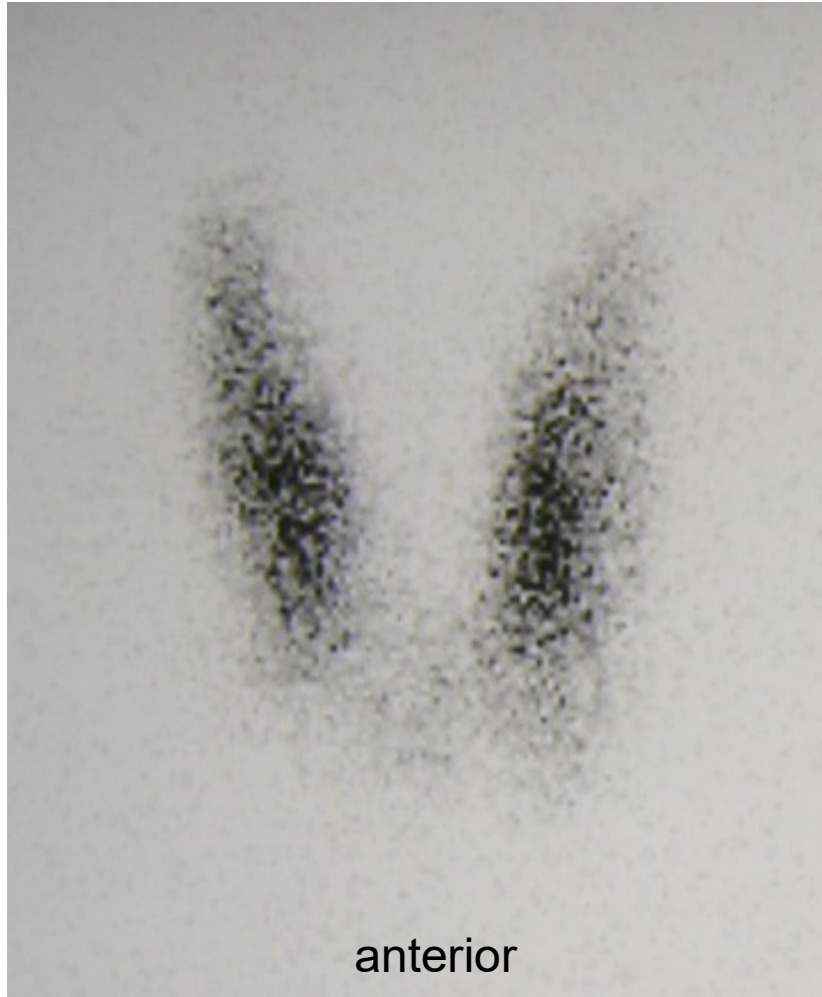
## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

### Paralel hole kolimátor

- nízkoenergetický kolimátor s vysokým rozlíšením (LEHR) ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{123}\text{I}$ )
- V zobrazenom poli je aj časť žalúdka, čo je nápomocné pri hodnotení funkčného zobrazenia štítnej žľazy pri saturácii jódom (vid' ďalej)
- vysokoenergetický kolimátor ( $^{131}\text{I}$ ) na celotelové zobrazenie pri karcinóme štítnej žľazy



## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$



**Normálny scintigrafický obraz štítnej žľazy (dvaja odlišní pacienti, fyziologická morfológická variácia)**

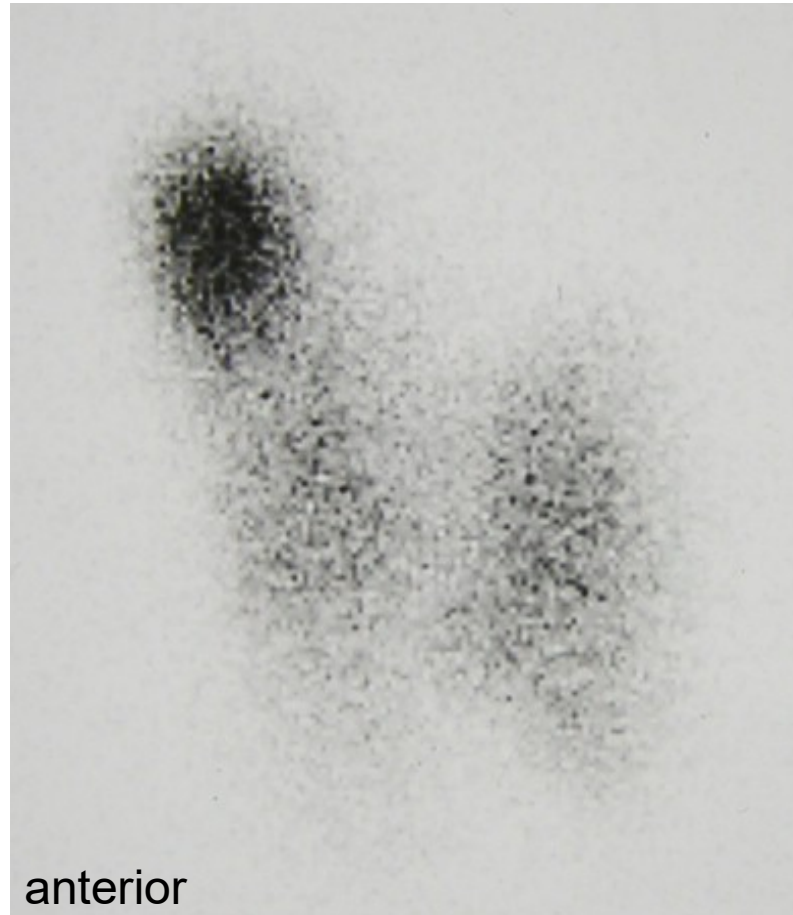


## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$



Studený (hypoaktívny) uzol v dolnej polovici  
pravého laloka štítnej žľazy (→ negatívne  
zobrazenie)

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$

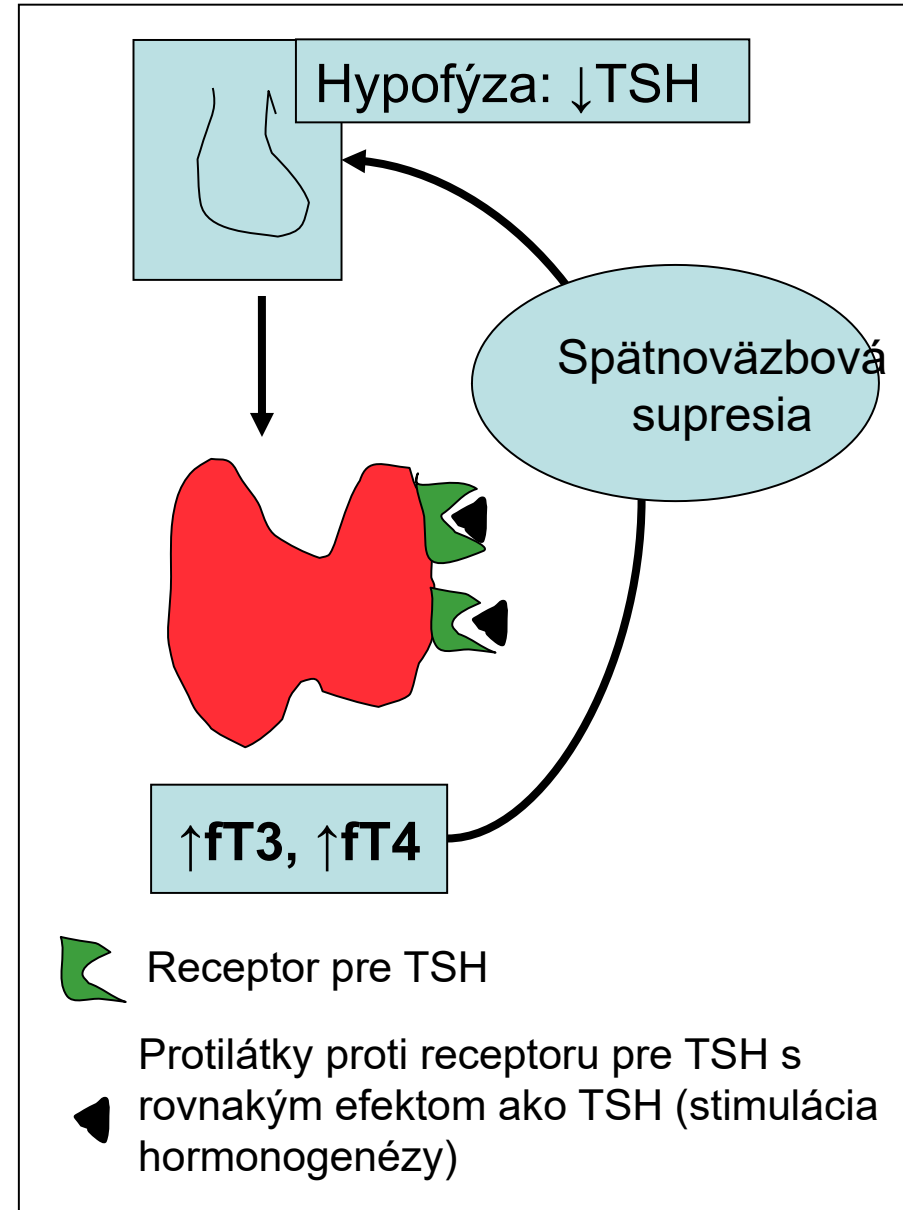


Horúci (hyperaktívny) uzol v hornom póle pravého laloka štítnej žľazy s funkčnou supresiou ostatného parenchýmu, fT3, fT4 aj TSH v medziach referenčných hodnôt.

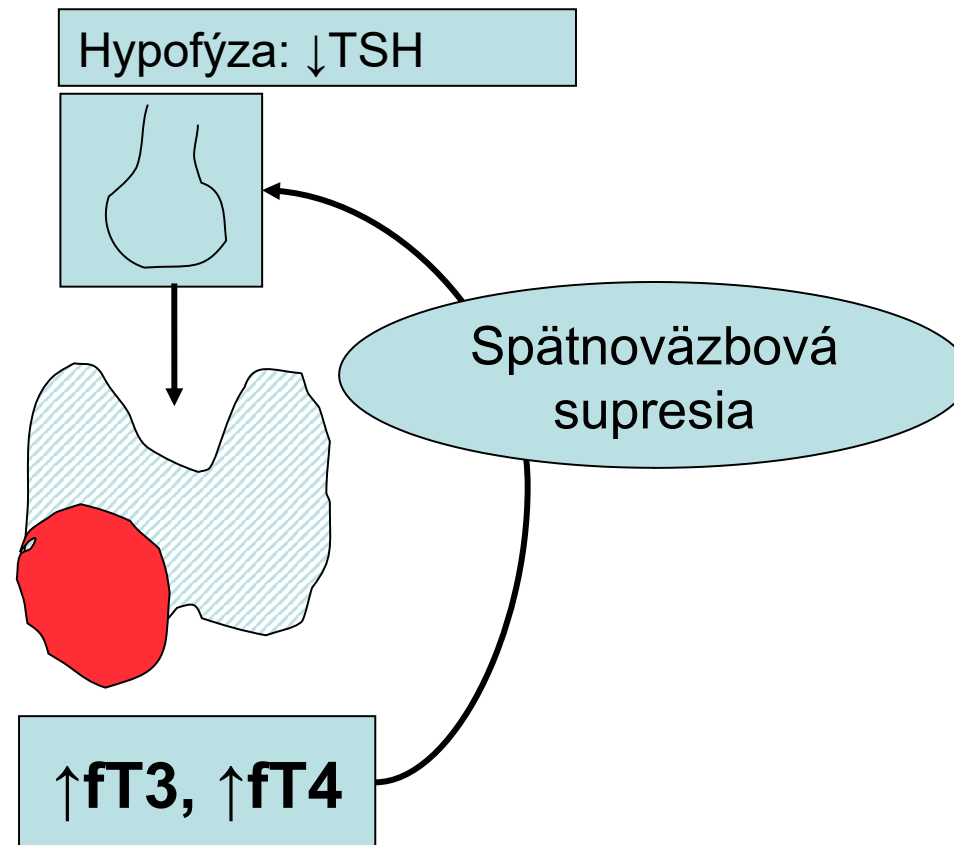
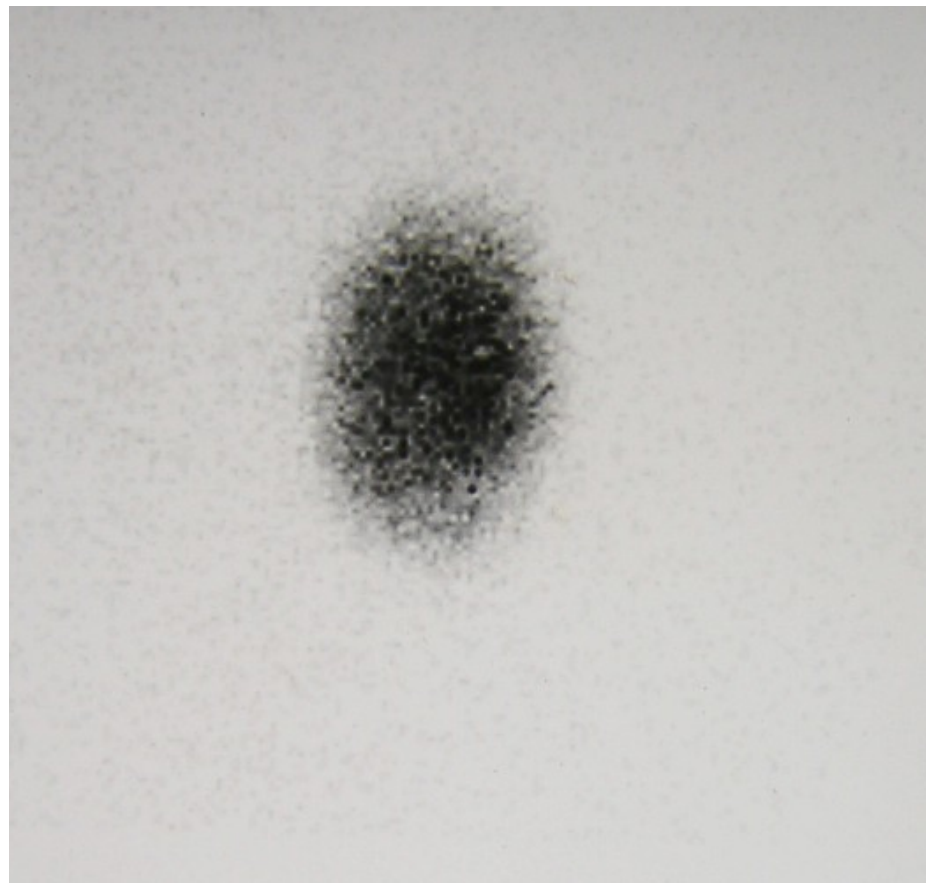
# Scintigrafia štítnej žľazy s $^{99m}\text{Tc}$



Graves-Basedowova choroba

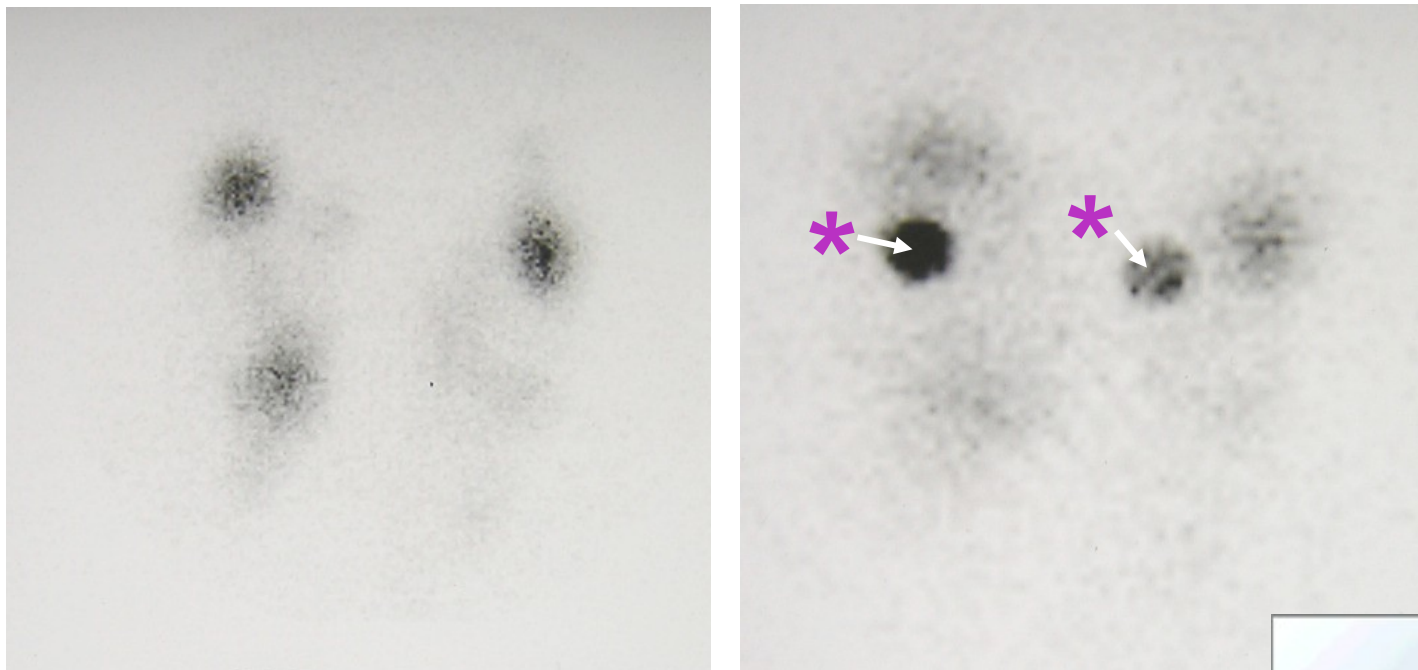


# Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$



Horúci uzol s funkčnou supresiou ostatného parenchýmu štítnej žľazy = toxický adenóm (↑fT3, ↑fT4, ↓TSH)

# Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$



## **Multinodózna struma, viaceré horúce/studené uzly.**

- Hmatné lézie označené značkovačom  
→ Ten je rádioaktívny, preto za označené body zobrazia ako horúce
- V tomto prípade: vyznačené boli studené uzly



Značkovač = špička  
„kobaltového pera“  
( $^{57}\text{Co}$ ,  $E=122\text{ keV}$ )

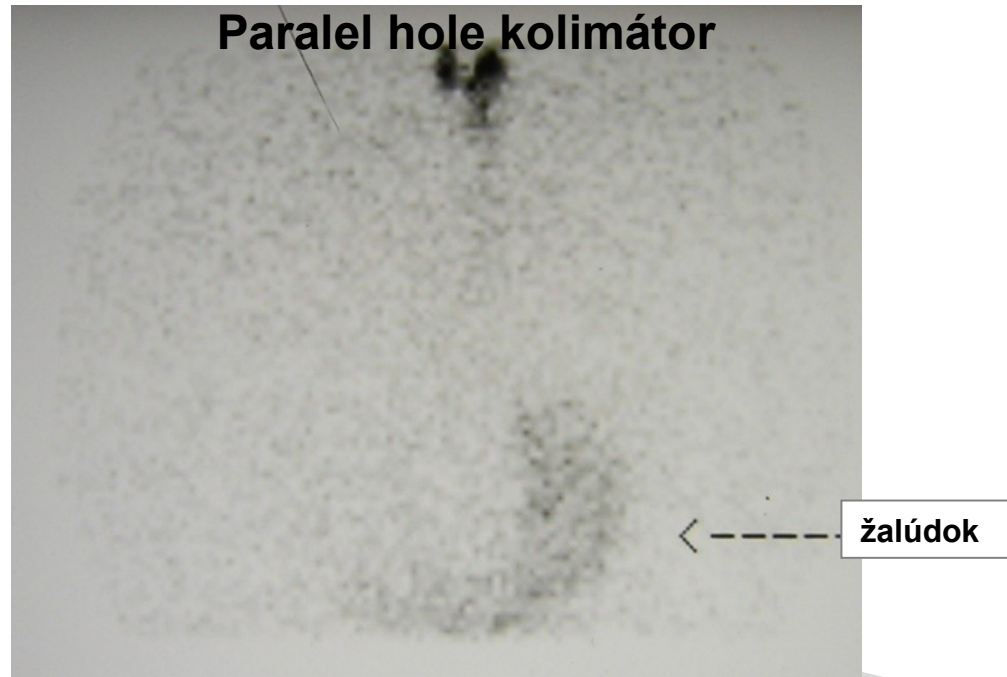
# Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ Saturácia jódom

Pin hole kolimátor



Štítna žľaza sa zobrazila len minimálne a na zle kontrastnom obraze sa k prípadným uzlom nedá vyjadriť

Paralel hole kolimátor



Ten istý pacient. Štítna žľaza je viditeľná lepšie (z dôvodu nastavenia farebnej škály), detaily však nie sú hodnotiteľné

Akumulácia jódu v sliznici žalúdka dobre viditeľná, nie je saturovateľná.

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

Riziko malignity v disociovaných uzloch:

- ✓ Vo väčšine prípadov sú s  $^{123}\text{I}$  a s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  zaznamenané rovnaké výsledky scintigrafie štítnej žľazy
- ✓ V asi v 5% prípadov horúcich uzlov je zaznamenaný diskordnantý nález s  $^{123}\text{I}$  a s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ .
- ✓ Celkovo je malignita zaznamenaná v asi 1.4% prípadov horúcich uzlov, ale až v 28% prípadov disociovaných uzlov

Kardiovaskulárne riziko subklinickej hypertyreózy pri horúcich uzloch:

- ✓ zvýšená mortalita
- ✓ zvýšené riziko infarktu myokardu / fibrilácie predsiení 5 x
- ✓ zvýšené riziko infarktu myokardu koreluje so sérovou hladinou fT4

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ a s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

**Scintigrafia ŠŽ nie je indikovaná na diagnostiku karcinómu štítnej žľazy nakoľko preň vykazuje len obmedzenú senzitivnosť aj špecifickosť**

<b>Karcinóm štítnej žľazy</b>	<b><math>^{99\text{m}}\text{TcO}_4</math></b>	<b><math>^{123}\text{I}</math></b>	<b><math>^{201}\text{Tl}^*</math></b>
senzitivnosť	76%	87%	90%
špecifickosť	30%	30%	60%

\* $^{201}\text{Tl}$  je nešpecifický marker zvýšeného metabolizmu, v minulosti používaný v onkologickej scintigrafickej diagnostike.

V súčasnosti je  $^{201}\text{Tl}$  v onkologickej scintigrafickej diagnostike kompletne nahradené PET/CT s FDG.

Incidentalómy v štítnej žľaze pri PET/CT s FDG so zvýšeným glukózovým metabolizmom zodpovedajú malignite v 30-35% prípadov.



# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

### Eutyreóza

- Scintigrafia štítnej žľazy je neindikovaná a zbytočná:
  - ✓ pri cystickom eufunkčnom uzle <1cm
- Scintigrafia štítnej žľazy je odporúčaná pri uzle so suspektnou cytológiou
- Scintigrafia štítnej žľazy je na zváženie
  - ✓ pri  $0.1 < \text{TSH mIU/l} < 0.6$  (riziko progresie horúceho uzla do toxického je cca 4%/rok)
  - ✓ Pri uzle so zvýšeným prekrvením (susp. karcinóm?)
  - ✓ Ak je uvažované o liečbe (berúc do úvahy kardiovaskulárne riziko, riziko malignity, kostné riziko...)

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$ alebo s $^{99\text{m}}\text{Tc}$

### Hypotyreóza

Scintigrafia štítnej žľazy je indikovaná len:

- na objektivizáciu potenciálne funkčného tyreoidálneho tkaniva u novorodenca s kongenitálnou hypotyreózou a na lokalizáciu ektopického tkaniva štítnej žľazy
- Inak scintigrafia štítnej žľazy nie je pri hypotyreóze indikovaná.

# Realizácia vyšetrenia scintigrafie štítnej žľazy

## Scintigrafia štítnej žľazy s $^{123}\text{I}$

### Hypotyreóza

- Pri poruche hormonogenézy je transport jodidu do folikulu a jeho organifikácia spomalená, čo vedie k jeho spätnému úniku do krvného riečiska
- Tento spätný únik možno kvantifikovať poklesom akumulácie rádiojódu v štítnej žľaze po podaní  $\text{KClO}_4$
- Pri poklese akumulácie rádiojódu v štítnej žľaze po podaní  $\text{KClO}_4$  (3 h po p.o. aplikácii rádiojódu) o  $>10\%$  je porucha hormonogenézy vysoko pravdepodobná (napr. Pendredov syndróm), test však nebýva pozitívny u všetkých jedincov s poruchou tyreoidálnej hormonogenézy
- Vzťah medzi veľkosťou strumy a množstvom uvoľneného jódu nebol pozorovaný

# Liečba rádiojódom ( $^{131}\text{I}$ )

## Neonkologické indikácie:

- Graves Basedowova choroba
- Toxická viacuzlová struma
- Solitárny hyperfunkčný uzol
- Netoxická viacuzlová struma
- Recidivujúca struma
- Ablácia zvyškov tyreoidálneho tkaniva pri malígnej orbitopatii (ale len v inaktívnom stave orbitopatie)

## Onkologické indikácie:

- Karcinóm štítnej žľazy

# Liečba rádiojódom ( $^{131}\text{I}$ )

- Rádionuklid jódu  $^{131}\text{I}$  je zmiešaný  $\beta^-$  a  $\gamma$  žiarič
- Korpuskulárne žiarenie  $\beta^-$  je priamo ionizujúce, poškodzuje DNA buniek
- Terapeutická expozícia  $\beta^-$  žiareniu má za cieľ navodiť deštrukciu cieľových tkanív (malígnych / nemalígnych) pri minimálnom poškodení okolitých tkanív
- Liečba malígnych a nemalígnych tyreopatií je známa a používaná viac ako 50 rokov

# Liečba rádiojódom ( $^{131}\text{I}$ ) neonkologické indikácie

- **Liečbu indikuje endokrinológ**
- **Lekár nukleárnej medicíny:**
  - overenie indikácie
  - scintigrafia štítnej žľazy s  $^{123}\text{I}$  : umožní identifikovať príčinu hypertyreózy a zároveň zmerať akumuláciu jódu v 24. hodine po jeho aplikácii.
  - ak nie je k dispozícii  $^{123}\text{I}$ , realizovaná je scintigrafia štítnej žľazy s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  a následne je realizovaný akumuláčny test s malým množstvom ( $1\text{MBq } ^{131}\text{I}$ )
  - Výpočet aplikovanej aktivity
  - Aplikácia liečby

## Liečba tyreopatií rádiojódom ( $^{131}\text{I}$ ) neonkologické indikácie

% akumulácie = (počet impulzov nad štítnou žľazou  $\times 2^{t/T}$ ) / (počet impulzov nad plnou - prázdnu striekačkou)

Výpočet aplikovanej aktivity najčastejšie podľa Quimby-Marinelli rovnice:

$$\text{Podaná aktivita [MBq]} = \frac{\text{Absorbovaná dávka [Gy]} \cdot 24,7 \cdot M [g]}{A [\%] \cdot T_{eff}}$$

- V prípade difúznej strumy je cieľová absorbovaná dávka 100Gy
- V prípade toxického adenómu 300Gy

# Liečba tyreopatií rádiojódom ( $^{131}\text{I}$ )

## neonkologické indikácie: tyreotoxikóza

Zvyčajne aplikovaná aktivita:

- Graves Basedowova choroba:  $\approx 150\text{-}200 \text{ MBq } ^{131}\text{I}$
- Toxický adenóm :  $\approx 500 \text{ MBq } ^{131}\text{I}$
- U žien vo fertilnom veku vylúčiť graviditu a zabezpečiť efektívnu antikoncepciu počas 3-6 mesiacov po liečbe  $^{131}\text{I}$
- Pacient musí byť upozornený na možnosť rozvoja hypotyreózy (často aj o viac ako 10 rokov po liečbe)
- Poučenie o radiačnej ochrane (kontakt s deťmi a tehotnými ženami)



# Liečba tyreopatií rádiojódom ( $^{131}\text{I}$ )

## neonkologické indikácie: tyreotoxikóza

### Poučenie o radiačnej ochrane

- počas 5 dní
- vyhýbať sa kontaktu s deťmi < 15 rokov
- vyhýbať sa kontaktu s tehotnými ženami
- používanie osobitného riadu, likvidácia moča, bielizeň
- ak je to možné, spať v osobitnej miestnosti minimálne 48hod po podaní liečby

### Hospitalizovať ?

- Nemecko >74MBq
- Slovensko >74MBq
- Švajčiarsko >185MBq
- Grécko >555MBq
- Francúzsko >740MBq
- UK >740MBq
- Taliansko >3330MBq
- USA >3330MBq

# Výhody a nevýhody liečby rádiojódom

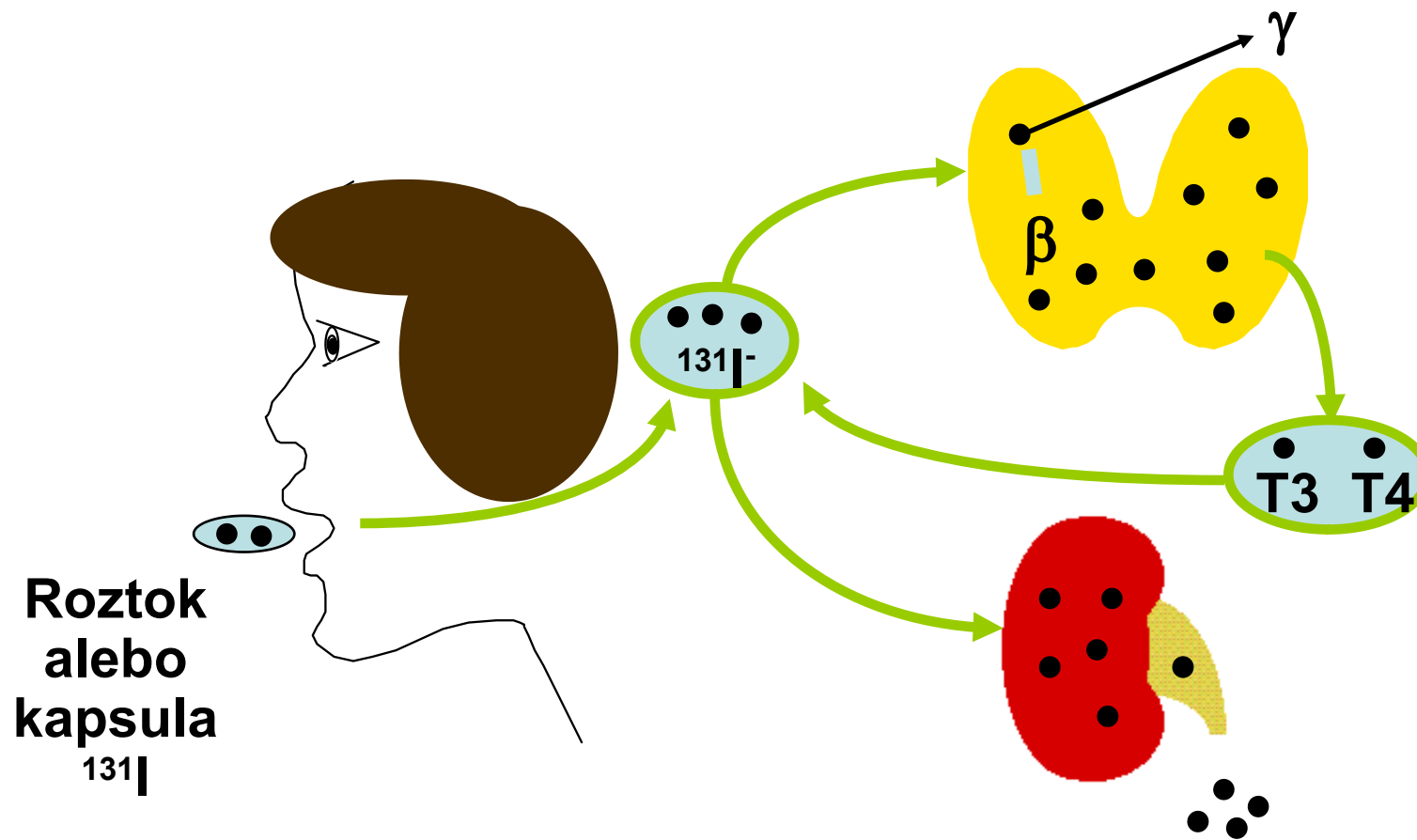
## Výhody

- jednoduchosť
- neinvazívnosť
- ambulatná liečba - v niektorých krajinách
- dobrý efekt

## Nevýhody

- Možný rozvoj hypotyreózy s potrebou tyreosubstitúcie

# Liečba tyreotoxikózy jódom-131



Roztok  
alebo  
kapsula  
 $^{131}\text{I}$

- žiarenie  $\beta$ - 190 keV 90 % dávky, dosah 2 mm
- žiarenie  $\gamma$  360 keV 10 % dávky, externé žiarenie

# Liečba $^{131}\text{I}$ u pacientov s exoftalmom

**Progresívne sa zhoršujúci exoftalmus je**  
kontraindikáciou na liečbu  $^{131}\text{I}$  a potrebné je splniť:

- príprava: 4-6 mesiacov eutyreóza
- kortikoidy: 0.5 mg/kg počas 3 mesiacov
- prevencia iatrogénnej hypotyreózy

**Podľa závažnosti exoftalmu:**

- Mierny alebo žiaden: tyreostatiká, v prípade recidívy  $^{131}\text{I}$
- Výrazný : radikálna liečba (chirurgia alebo  $^{131}\text{I}$ ) + kortikoidy
- Závažný: rádioterapia / dekompresia orbity, vysoké dávky kortikoidov

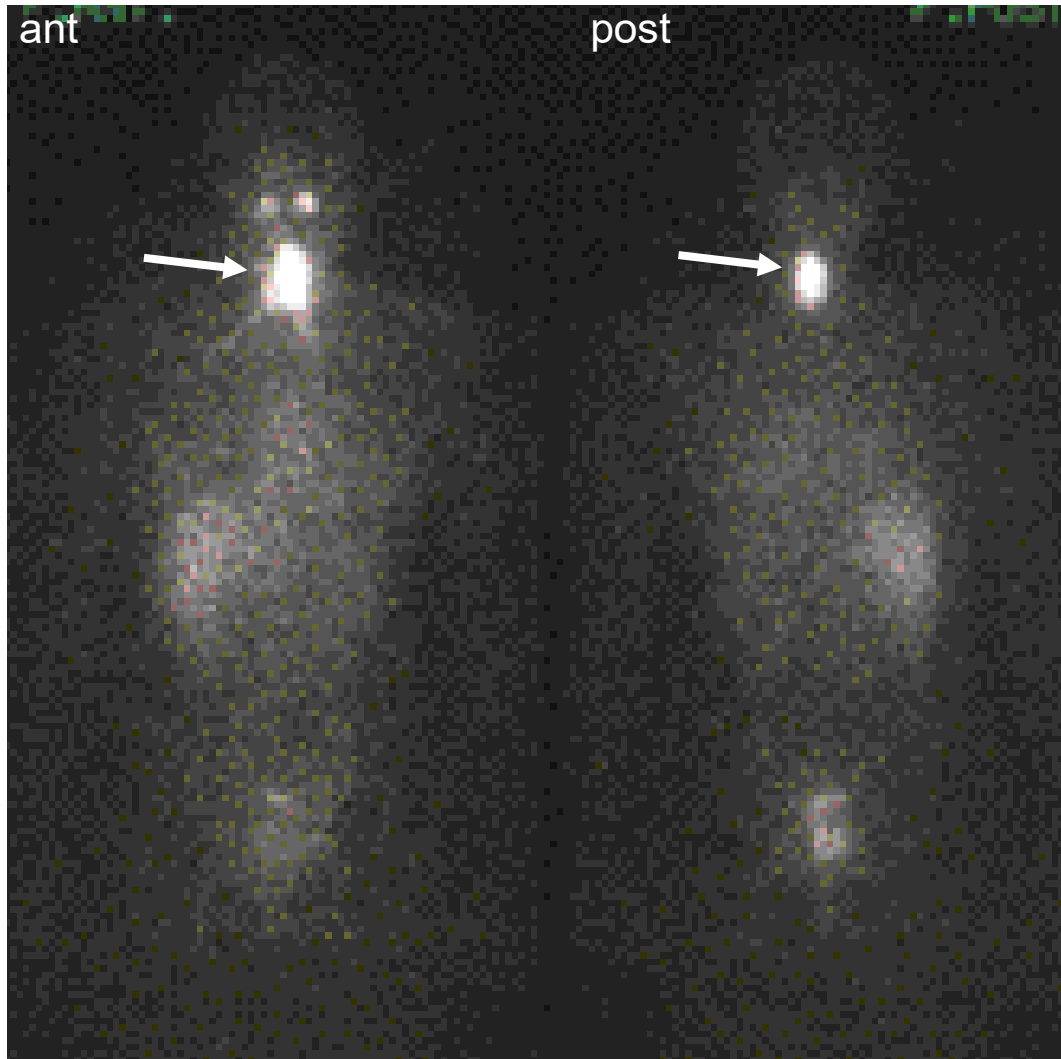
# Liečba jódom-131

## Onkologické indikácie: karcinóm štítnej žľazy

- Chirurgické odstránenie štítnej žľazy nikdy nemôže byť kompletne a cieľom liečby rádiojódom je zlikvidovať zvyšky štítnej žľazy a zjednodušiť tak ďalšie klinické sledovanie
- Zvyčajne aplikovaná aktivita na úrovni 4 GBq
- Vzhľadom na tom že ide o vysokú aktivitu, liečba je aplikovaná za podmienok hospitalizácie v špecializovanom zariadení
- Pri kompletnej remisii (bez zvyškov tkaniva štítnej žľazy, bez metastáz) klesá sérová hladina tyreoglobulínu na nulové hodnoty
- Po liečbe rádiojódom je nasadená tyreosubstitučná liečba tyroxínom (T4) a pacient je ďalej sledovaný (klinicky, sonografia krku, RTG hrudníka, sérová hladina tyreoglobulínu a +/- celotelová scintigrafia s<sup>131</sup>I)

# Liečba tyreopatií rádiojódom ( $^{131}\text{I}$ )

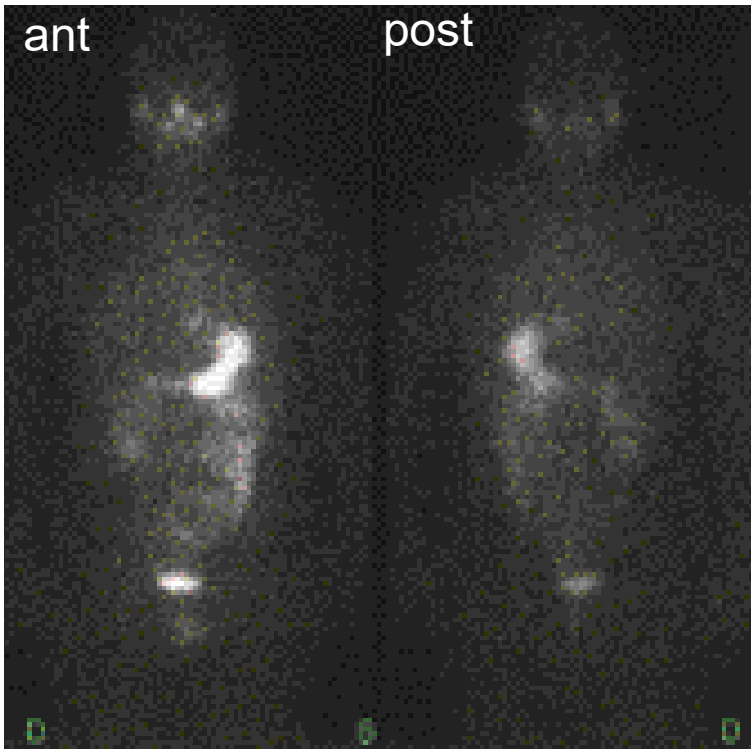
## onkologické indikácie: karcinóm štítnej žľazy



- Eliminácia zvyškov štítnej žľazy po tyreoidektómii
- Snímanie 3 dni po aplikácii 4 GBq  $^{131}\text{I}$
- Intenzívna akumulácia  $^{131}\text{I}$  v zvyškoch tkaniva štítnej žľazy
- Inak normálny nález

# Sledovanie pacienta s karcinómom štítnej žľazy pomocou scintigrafie s $^{131}\text{I}$

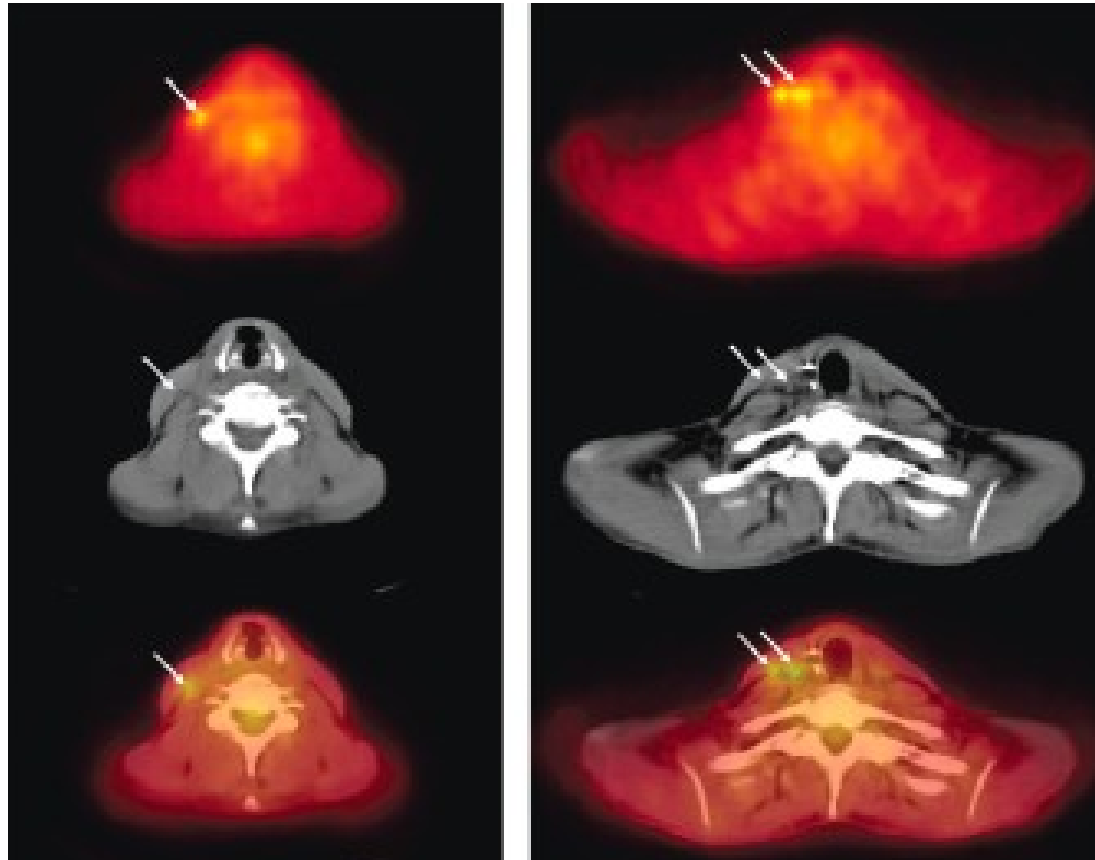
- Na zvýšenie avidity prípadných metastatických ložísk karcinómu štítnej žľazy môže byť realizovaná stimulácia TSH:
- Endogénnym TSH – po vysadení tyreosubstitučnej liečby 3-4 týždne pred vyšetrením
- Exogénnym rekombinantným TSH, oboje s cieľom zvýšiť akumuláciu rádiojódu v metastatických léziách



- Obraz kompletnej remisie karcinómu štítnej žľazy po tyreoidektómii a eliminačnej liečbe rádiojódom  $^{131}\text{I}$
- Snímanie 24 hod po p.o. aplikácii 40 MBq  $^{131}\text{I}$
- Fyziologická akumulácia slinnými žľazami a sliznicou žalúdka
- Eliminácia uropoetickým traktom

# Význam PET/CT s FDG v klinickom sledovaní pacientov s diferencovaným karcinómom štítnej žľazy

- PET/CT s FDG je indikovaná na lokalizáciu metastáz diferencovaného karcinómu štítnej žľazy suponovaných na základe elevovanej hladiny sérového tyreoglobulínu pri negatívnom náleze celotelovej scintigrafie s  $^{131}\text{I}$



- ←
- Nález troch FDG avidných lézií v oblasti krku
  - V takomto prípade je indikovaný chirurgický výkon, nakoľko lézie už neakumulujú  $^{131}\text{I}$  a nemôžu byť terapeutickým cieľom  $^{131}\text{I}$



## Dozimetria: scintigrafia štítnej žľazy a liečba pomocou $^{131}\text{I}$ v neonkologických indikáciách

### - Scintigrafia štítnej žľazy

	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$^{123}\text{I}$
Štítna žľaza	1 - 3 mGy	20-40 mGy
Ováriá	0,2 mGy	0,04 mGy
Efektívna dávka	0,5 mSv	2-3 mSv

### - Liečba Basedowovej choroby 200 MBq $^{131}\text{I}$

- Štítna žľaza 100 Gy

### - Liečba **toxického adenómu** 600 MBq $^{131}\text{I}$

- Štítna žľaza 300 Gy

## Dozimetria: scintigrafia štítnej žľazy s $^{131}\text{I}$ a liečba pomocou $^{131}\text{I}$ v onkologických indikáciách

- Eliminačná liečba s podaním 4 GBq  $^{131}\text{I}$  po tyreoidektómii pre diferencovaný karcinóm štítnej žľazy  
Ovária:  $\approx 300$  mGy  
Efektívna dávka  $\approx 1120$  mSv
- Celotelová scintigrafia s podaním 150 MBq  $^{131}\text{I}$  v rámci klinického sledovania diferencovaného karcinómu štítnej žľazy  
Efektívna dávka  $\approx 40$  mSv
- PET s FDG (pre porovnanie)  
Efektívna dávka  $\approx 10$  mSv

**VAŠE OTÁZKY BUDÚ ZODPOVEDANÉ V DISKUSII**